



COMPLICACIONES BIOMECÁNICAS DE LOS IMPLANTES: FRACTURA Y AFLOJAMIENTO DE TORNILLOS



TRABAJO FIN DE GRADO
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2017/2018

AUTORA: Alejandra Recio Sánchez

TUTOR: Emilio Jiménez-Castellanos Ballesteros

COTUTORA: Ana Orozco Varo

AGRADECIMIENTOS

Después de estos 5 años de aprendizaje y experiencias, hoy es el día: escribo este apartado de agradecimientos, debido a que una etapa se cierra para dar comienzo a otra nueva, que vendrá cargada de ilusión, y de crecimientos tanto a nivel personal como profesional.

Es por eso que quiero agradecer a todas aquellas personas que han formado parte de ello y me ha acompañado, ayudado y apoyado durante todo el camino.

En primer lugar, a mi Tutor, el Dr. Emilio Jiménez-Castellanos Ballesteros, por su gran ayuda, dedicación, paciencia y atención constante, así como a mi Co-Tutora, Ana Orozco Varo, por su cooperación, por haberme prestado toda su ayuda, su tiempo y por brindarme todas las herramientas necesarias para completar mi trabajo de fin de grado.

A mis 3 pilares fundamentales, mi padre, mi hermano y sobre todo mi madre, por ser mi ejemplo a seguir, por su constancia, su apoyo incondicional, su fuerza infinita, por ser la persona más luchadora que jamás he conocido, y por todo el amor que pone en todas y cada una de las decisiones tomadas.

A mi familia, a los que están y a los que estuvieron, a todos ellos, porque sé que haga lo que haga, siempre estarán ahí.

A mis amigos, a los de siempre, y a los nuevos que llegaron para quedarse, gracias por formar parte de esta historia, en la que hemos vivido tantos momentos buenos, como malos, que se quedan en anécdotas por lo fácil que lo habéis hecho, en especial a mi compañero de prácticas, de risas y de no tan risas, Alberto, por estar al pie del cañón durante todos estos años, sin ti no hubiese sido igual. Y a ti, Migue, que te has convertido en imprescindible.

Por último, quiero dar las gracias a todos los integrantes del PAS y personal de la Universidad, gracias, por sacarnos una sonrisa cada día.

Gracias, a todos y cada uno, de los que habéis formado parte de esta aventura, sin vosotros, no sé si hubiese llegado hasta aquí, pero lo que sí que sé con seguridad, es que no lo hubiese disfrutado ni la mitad de lo que lo he hecho.



Medalla y
Encomienda
Orden Civil
de Sanidad

Prof. Dr. E. Jiménez-Castellanos B.
Catedrático de Universidad
Departamento de Estomatología
Facultad de Odontología

Dr. EMILIO JIMÉNEZ-CASTELLANOS BALLESTEROS, Catedrático de la universidad de Sevilla, adscrito al departamento de Estomatología, como director del trabajo fin de grado y Dra. ANA OROZCO VARO, profesora asociado adscrita al departamento de Estomatología de la Universidad de Sevilla, como cotutora del trabajo fin de grado.

CERTIFICAN:

Que el presente trabajo titulado “COMPLICACIONES BIOMECÁNICAS DE LOS IMPLANTES ROTURA Y AFLOJAMIENTO DE LOS TORNILLOS” ha sido realizado por DÑA. ALEJANDRA RECIO SÁNCHEZ bajo nuestra dirección y cumple a nuestro juicio, todos los requisitos necesarios para ser presentado y defendido como trabajo de fin de grado.

Y para que así conste y a los efectos oportunos, firmamos el presente certificado, en Sevilla a día 22 de Mayo de 2018.

Prof. Emilio Jiménez-Castellanos Ballesteros

Prof. Ana Orozco Varo

ÍNDICE

1) RESUMEN.....	1
2) INTRODUCCIÓN.....	3
2.1 Objetivos de los implantes	
• Osteointegración	
2.2 Concepto de biomecánica	
• Tipos de carga	
2.3 Complicaciones más frecuentes	
2.4 Factores que influyen en biomecánica	
2.5 Incidencia de las complicaciones	
2.6 Medidas preventivas	
3) OBJETIVOS.....	13
3.1 Objetivo principal	
3.2 Objetivos secundarios	
4) MATERIAL Y MÉTODO.....	14
• Criterios de inclusión	
• Criterios de exclusión	
5) RESULTADO DE LA REVISIÓN.....	15
6) DISCUSIÓN.....	21
7) CONCLUSIONES.....	24
8) BIBLIOGRAFÍA.....	25

1. RESUMEN

Objetivo: Revisar la literatura existente de los últimos diez años para establecer de manera comparativa los diferentes factores que influyen en la fractura y aflojamiento del tornillo del implante

Metodología de la búsqueda y material: Se realizó una búsqueda bibliográfica en la base de datos PubMed de acuerdo a las palabras clave seleccionadas, en función de los términos MSH y de acuerdo a unos criterios de selección. Dichos artículos fueron analizados para establecer los resultados de este estudio.

Estrategia de búsqueda: "dental implants" AND "abutment screw fracture", "dental implants" AND "abutment screw loosening", "dental implant" AND (technical OR mechanical complications)

Resultados: Un total de 121 artículos fueron encontrados de acuerdo a la estrategia de búsqueda, aplicando los criterios de inclusión y exclusión, fueron seleccionados 15 artículos que cumplían los objetivos del estudio.

Conclusión: La causa más probable de la fractura y aflojamiento del tornillo, es la sobrecarga biomecánica causada por hábitos parafuncionales, seguido de la fatiga y las propiedades físicas del material.

Palabras Clave: Fractura del tornillo, Aflojamiento del tornillo, complicaciones biomecánicas y prótesis sobre implantes.

ABSTRACT

Objective: To review the existing literature of the last ten years to establish in a comparative way the different factors that have influence in the abutment screw fracture and in the abutment screw loosening

Search methodology and material: A bibliographic search was performed in the PubMed database according to the selected keywords, according to the MSH terms and according to some selection criteria. These articles were analyzed to establish the results of this study.

Search strategy: "dental implants "AND "abutment screw fracture", "dental implants" AND "abutment screw loosening" , "dental implant" AND (technical OR mechanical complications)"

Results: A total of 121 articles were found after applying the corresponding filters to carry out this work. Finally, applying the inclusion and exclusion criteria, 15 articles were included to carry out the review, although some of the excluded ones were included in the introduction.

Conclusion: The most probable cause of abutment screw fracture and abutment screw loosening is the biomechanical overload caused by parafunctional habits, followed by fatigue and the physical properties of the material.

Keywords: Abutment screw fracture, abutment screw loosening, mechanical complications, and Implant Prostheses

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Objetivo de los implantes

En las últimas décadas, la implantología se ha convertido en una solución muy popular para remediar la pérdida de dientes y restaurar de manera duradera tanto la capacidad masticatoria como la estética, en pacientes tanto parcial como totalmente desdentados. La alta tasa de éxitos y la predictibilidad del proceso, junto con el porcentaje relativamente pequeño de complicaciones antes y después del tratamiento, han hecho que este procedimiento sea altamente accesible para la población general. (1)

Por tanto una atractiva alternativa a las prótesis convencionales y puentes, es el uso de implantes dentales, lo cual ha ido ganando popularidad a lo largo de los años a medida que ha ido aumentando la capacidad de restaurar la funcionalidad lo más próximo a la realidad, tanto en arcadas edéntulas parciales como totales. Con esta sustancial evidencia, hoy por hoy, las prótesis fijas implantoportadas son completamente reconocidas como una opción de tratamiento para reemplazar la ausencia única o múltiple de la dentición.(2)

A medida que el uso de implantes ha ido creciendo a lo largo de los últimos años, los impedimentos y complicaciones asociados a dicho tratamiento han ido progresivamente emergiendo también con ellos. (3)

La función principal de las restauraciones soportadas por implantes es la de restaurar los dientes y los elementos perdidos de la estructura protésica, para mantener o restaurar la forma, función, y la estética, y para optimizar la longevidad de dicha rehabilitación protésica. (4)

2.1.1. Osteointegración

El éxito del tratamiento con implantes dentales a largo plazo, se basa en la adecuada estabilidad del implante en el interior del hueso.

Dicha condición se consigue a través de la osteointegración, la cual es definida como la conexión funcional y estructural directa entre la superficie ósea y la superficie del implante

La osteointegración comienza con el crecimiento rápido de tejido óseo de forma irregular y desorganizada alrededor del implante, mientras se va desarrollando un entorno favorable biomecánicamente en la interfaz hueso-implante (5). Esta estructura ósea inicial se mantiene mediante la remodelación y adaptación ósea, al reemplazarse lentamente por otro más organizado, por hueso laminar.

Esta adaptación ósea a cargas funcionales continúa durante toda la vida, la cantidad de carga que es capaz de soportar, depende de la cantidad de hueso que rodea al implante, y esto, a su vez, afecta el éxito del tratamiento. (6)

2.2. Concepto de biomecánica

Se define como la respuesta de los tejidos biológicos a las cargas aplicadas sobre estos. Para el estudio de la biomecánica, se utilizan los medios y métodos de la ingeniería mecánica aplicándola a la relación entre estructura y función de las fuerzas vivas. Las tensiones soportadas en implantología, por el sistema implanto-protésico son muy importantes, debido a que existen numerosas complicaciones derivadas de las tensiones, por ejemplo el aflojamiento y/o fractura de tornillos. (7)

El aflojamiento se encuentra registrado como la complicación más frecuente en unitarios, y más en conexiones externas que internas, su consecuencia final puede ser la fractura del tornillo.

La biomecánica debemos entenderla como un conjunto de fuerzas entre las cuales, prestaremos especial atención a la de flexión, ya que nos interesará que no exista en nuestros tratamientos, porque podría conducir a la fractura de los tornillos, fracturas del material de recubrimiento o la propia prótesis por fatiga. (8)

Existen unos factores de riesgo, los cuales mencionaremos posteriormente, que pueden incrementar esta fuerza nociva, siendo los más significativos los oclusales, los dependientes del tipo de hueso y del implante, así como los factores prostodóncicos.

Al encontrarnos ante estas situaciones alarmantes, debemos revisar el equilibrio biomecánico.

Por tanto, podemos observar que este equilibrio, es una de las partes más importantes dentro de la implantología junto con la oclusión, ATM y estética, deben estar presentes todas ellas para que exista una correcta funcionalidad en el tratamiento que se ha realizado, y por tanto será lo que nos guíe al éxito o al fracaso de dicho tratamiento (9)(10)

2.2.1. Tipos de cargas

Durante la planificación de una rehabilitación protésica con implantes, se considera inexcusable la valoración previa de las fuerzas que van a actuar, tanto en magnitud como en dirección y frecuencia, esto debe complementarse con un conocimiento adecuado de las técnicas y del sistema de implantes utilizado, así como las diferencias existentes entre los diferentes materiales, diseño de implantes, y componentes restauradores que afectan al comportamiento biomecánico de los mismos, teniendo en cuenta que no se podrán aplicar las mismas reglas a todos ellos. (11)

Las prótesis atornilladas sobre implantes van a estar sometidas a dos tipos de fuerzas, que son diferentes pero que se encuentran relacionadas entre sí, estas son: (12)

- Cargas estáticas: son fuerzas de carácter constante, incluso cuando no existe carga oclusal, que viene dada por la precarga de los tornillos protésicos y la ausencia de ajuste pasivo. Este tipo de carga se aplica con lentitud, no provoca efectos vibratorios o dinámicos en la estructura, aumentando de forma gradual desde cero a su valor máximo permaneciendo constante. (13)

Se considera cuasi-estática aquella que se mantiene estática durante un tiempo pero distribuida en ciclos de determinada frecuencia.

- Cargas dinámicas: depende de la fuerza de oclusión, tanto funcional como parafuncional, por lo que son inconstantes. En estas, el tiempo no tiene prácticamente valor, y es por definición aquella que se aplica cuando se genera un movimiento. Pueden tener varias formas, cargas de impacto, fluctuantes... Existen también cargas cíclicas que se caracterizan por la repetición de una carga (estática o dinámica)(14)

2.3. Complicaciones protéticas más frecuentes

Las prótesis unitarias o múltiples soportadas por implantes pueden sufrir complicaciones mecánicas, biológicas o técnicas.

Una mala elección del paciente, también es uno de los factores importantes que contribuyen negativamente hacia las complicaciones en la implantología.

Tabla 1. Complicaciones asociadas a los implantes (9)

Mechanical complications	Technical complications	Biologic complications
Screw loosening	Fracture of veneering porcelain	Adverse soft-tissue reactions
Screw fracture	Fracture of the framework in implant-supported fixed partial dentures	Sensory disturbances
Cement failure		Progressive marginal bone loss, loss of integration

Nosotros nos centraremos en las complicaciones mecánicas, las cuales suelen ser consecuencia de sobrecarga biomecánica. (3)

Algunos de los factores que contribuyen a dicha sobrecarga son implantes con posición/angulación inadecuada (inclinación cuspídea, inclinación del implante, desplazamiento horizontal del implante, y desplazamiento apical del implante), insuficiente soporte posterior (es decir, dientes posteriores ausentes), hueso disponible inadecuado o presencia de fuerzas excesivas debido a los hábitos parafuncionales. (15) La *parafunción oclusal excéntrica* puede generar cargas extremadamente altas y potencialmente destructivas, suficientes para desgastar los dientes, fracturar coronas y raíces, aflojar o romper tornillos de pilar, fracturar porcelana o superestructuras, traumatizar el hueso de soporte o fracturar implantes. Las consideraciones para la planificación deben enfocarse en minimizar los posibles efectos destructivos de este destructivo fenómeno conductual. (16)

Las complicaciones mecánicas más frecuentes son:

- Aflojamiento del tornillo de la prótesis
- Fractura del tornillo de la prótesis.
- Fractura de la porcelana o resina.
- Fractura o aflojamiento del tornillo del pilar
- Fractura del implante. (9)

De las cuales nos centraremos en la fractura y aflojamiento del tornillo.

- Aflojamiento del tornillo.

La sobrecarga de los implantes generalmente causa aflojamiento o fractura del componente del implante. Goodacre declaró que el aflojamiento o la fractura del tornillo era mayor en los tornillos protésicos que en los tornillos de pilar.

Los implantes unitarios para coronas individuales han experimentado mayor aflojamiento del tornillo en comparación con múltiples implantes, así como el aflojamiento es mayor en tornillos mandibulares que en maxilares.(17)

- Fractura de tornillo

Hay dos causas principales de fractura:

La **sobrecarga biomecánica** y la **pérdida vertical de hueso hacia el peri-implante**.

El riesgo de fractura, aumenta cuando la pérdida vertical de hueso es lo suficientemente severa para coincidir con el límite apical del tornillo.



Ilustración 1 Fractura de tornillo (9)

También son atribuibles a defectos en los diseños y la fabricación del implante en sí, así como el aflojamiento recurrente del tornillo es un factor de riesgo para dicha fractura, cuando un tornillo está suelto, está más dispuesto a una carga lateral excesiva, lo cual indica la necesidad de reparar o cambiar la prótesis. (12)

Cuando los pacientes usan un prótesis sobre implante (fija o removible), hay una disminución en las fuerzas oclusales que varía de 200 a 300 N. El fallo en los pilares de implante ocurren cuando las fuerzas laterales superan los 370 N en pilares de una longitud de al menos 2,1 mm y 530 N en pilares de al menos 5,5 mm

La fractura y el aflojamiento del tornillo se pueden reducir si se siguen ciertas estrategias. (18)

Estos incluyen el cuidado, planificación del tratamiento, comprensión de la oclusión, torque adecuado y citas de seguimiento. (12)

2.4. Factores que influyen en el fracaso del implante

- Implante:
 - *Número de implantes:* Antiguamente, se consideraba reponer las piezas ausentes con un número de implantes igual al de las raíces perdidas como correcto. Actualmente esto no resulta necesario y, podríamos nombrar como ejemplo, las rehabilitaciones híbridas inferiores sobre cuatro o seis implantes, solución que por norma general resulta exitoso, desde el punto de vista estético y funcional. Es importante tener en cuenta el tipo de plataforma de los implantes.
 - *Inclinación :* Otro de los factores a tener en cuenta es la posición del implante respecto a la prótesis, debido a que si no existe centralización, se producirán mayores fuerzas de palanca durante la oclusión. Se intentará que ésta esté lo más próxima posible al eje del implante, para que así sólo se produzcan fuerzas axiales, que son las que idealmente se deben conseguir en nuestros tratamientos.
 - *Longitud:* La relación entre la longitud de la restauración respecto a la del implante, influye en el éxito/fracaso de los implantes. Hace años se pensaba que como máximo debía ser al 50% , pero se ha visto que no es necesario.

El sistema de implantes (Endopore System Canada), empezó a desarrollarse en 1989, con una superficie porosa formada por partículas esféricas que le confieren una propiedad de unión hueso-implante tridimensional, lo cual hará que implantes de menor longitud tengan una mayor superficie que otros de superior tamaño.(9)



Ilustración 2. Endopore System Canada (9)

Teniendo en cuenta esta característica este tipo de implantes estará muy indicado en aquellos casos donde exista un gran problema de reabsorción ósea, como por ejemplo, en sectores posteriores del maxilar superior, e inferiores en los que no se deseen o no se puedan realizar técnicas de regeneración

- *Sistema de conexión implante-pilar:* El desajuste en la interfaz pilar-implante y la ausencia de una adaptación pasiva entre la prótesis y dicho pilar puede conducir a la fractura. Dicha estabilidad se encuentra influenciada por:
 - ✓ Conexión interna vs conexión externa: Se ha demostrado que las conexiones internas presentan una mayor estabilidad y una mejor distribución de la fuerza, como resultado no solo de su capacidad de disipar cargas laterales dentro del implante, sino también debido a la mayor participación de la pared interna, que crea un cuerpo rígido y unificado para resistir el micro movimiento. Sin embargo, la pared lateral es más delgada en el de las conexiones internas, lo que puede conducir a un mayor valor de deformación absoluta en el área cervical.(3,19,20) Tal cambio de estrés ha generado preocupación con respecto a que puede

producir un mayor riesgo de la resorción ósea marginal o fractura del dispositivo.

- ✓ Diseño de la cabeza del tornillo: Para maximizar la precarga y minimizar la fricción, la cabeza del tornillo debe ser más ancha que el diámetro de la rosca. La mayoría de las veces debe ser plano ya que distribuye las fuerzas más uniformemente
- ✓ Material del tornillo: Los más utilizados son de oro o titanio
- ✓ Diámetro del tornillo: Cuanto mayor es el diámetro, mayor es la precarga que puede aplicarse y mayor será la fuerza de sujeción
- ✓ Precarga: La precarga adecuada del tornillo crea menos micromovimiento de la interfaz del tornillo del implante-pilar y menor aflojamiento. Precargar el tornillo mejora la resistencia a la fatiga y el efecto de bloqueo del pilar/conexión. La precarga debe fluctuar tan poco como sea posible, para evitar el aflojamiento. Las fuerzas oclusales causarán cambios en la precarga. (21)

- Factores oclusales:

El objetivo del tratamiento restaurador es conseguir contactos cúspide-fosa con una adecuada estabilidad bilateral posterior y una buena guía anterior que permita eliminar todos los contactos en lateralidad en el sector posterior. Debido a que los implantes no presentan un ligamento periodontal, cuando se ajuste la oclusión, se deberá hacer con un contacto leve y que se produzca en mordida forzada, debido a la resiliencia que presentan los demás dientes adyacentes. Estas consideraciones han de tenerse en cuenta, sobre todo en pacientes bruxómanos, en los cuales existe una mayor probabilidad de fracaso de tratamiento, ya que se incrementa el riesgo de que se produzcan fuerzas no axiales, pudiendo comprometer el futuro de la prótesis y los implantes. Por este motivo, en estos casos es importante compensar las condiciones desfavorables, aumentando la superficie de distribución de las cargas (implantes más anchos, ferulización...)(21)

- Factores del hueso:

Branemark en 1985 a cerca de la reabsorción alveolar, clasificó los distintos tipos de hueso según su calidad y cantidad existente.

La calidad del hueso remanente se clasifica en cuatro grados:

1. La mayor parte del maxilar está formado por hueso compacto.
2. Una capa ancha de hueso cortical rodea a un hueso esponjoso denso, y muy trabeculado.
3. Una capa fina de hueso cortical rodea a núcleo de hueso esponjoso denso, y bien trabeculado.
4. Una capa fina de hueso cortical rodea a un núcleo de hueso alveolar de baja densidad ósea.

Se deberá analizar la situación individual de cada paciente, para así evaluar la necesidad de técnicas regenerativas, ya que lo más importante tras la colocación del implante, es que exista estabilidad primaria. (22)

- Factores protéticos:

El éxito del tratamiento con implantes está, en gran medida, condicionado por el diseño de la futura prótesis que soportarán los mismos. Por ello, es de suma importancia tener en cuenta los siguientes puntos:

- Correcto punto de contacto, el cual no debe tener una superficie excesivamente grande ni presionar en exceso los dientes adyacentes.

Ilustración 3. Existencia de un buen punto de contacto entre ambos bicúspides(9)

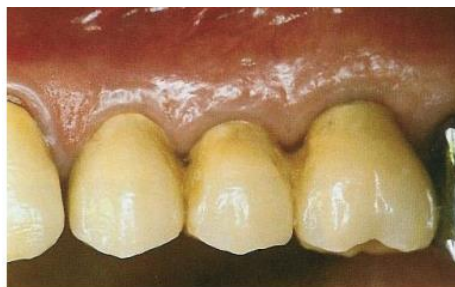


Ilustración 4. Ausencia de punto de contacto entre canino y primer premolar.(9)



- **Ajuste pasivo**, es de los factores más importantes en la confección de la prótesis implantosoportada. El ajuste pasivo se define como "la relación o conexión entre dos materiales, que una vez realizada no produce tensiones en el seno de ninguno de los dos materiales relacionados", es decir, aquella situación de contacto perfecto entre la superficie del pilar/supraestructura y la del implante que no genera fuerzas de estrés desfavorables. Conseguir un ajuste pasivo en la prótesis final supone mantener la precisión a lo largo de todo este proceso de fabricación: impresión, elaboración del modelo maestro, encerado, colado, soldadura y procesado de la cerámica. (23) El modelo de escayola deberá reproducir fielmente la boca del paciente. Sin este requisito, raras veces se conseguirá un ajuste de la prótesis sin generar fuerzas negativas sobre los implantes. (9)

2.5. Incidencia de las complicaciones

- *Incidencia / ubicación de la fractura del tornillo*: La incidencia de la fractura se encuentra entre 0.16-1.5%, según lo informado en la literatura. Un estudio informó que la mayoría de los tornillos fracturados están ubicado en las regiones de los molares y premolares, y que las fracturas se distribuyeron uniformemente entre el maxilar y la mandíbula, mientras que otro estudio informó más fracturas en el maxilar que en el mandíbula (24)(25–27)
- *Incidencia/ ubicación del aflojamiento del tornillo*: Una revisión de la literatura de las complicaciones clínicas los implantes osteointegrados mostraron que el aflojamiento del tornillo varió 2-45% en las restauraciones de implantes, siendo la incidencia más alta en coronas individuales. Así como, la incidencia de aflojamiento es mayor en sectores posteriores que en anteriores. (24)(28,29)

2.6. Medidas preventivas

Se han sugerido las siguientes medidas preventivas:

- Controlar cuidadosamente las fuerzas oclusales: eliminar contactos posteriores en movimientos excéntricos.
- Aumentar el nº y diámetro del implante
- Diseño de caras oclusales estrechas
- Ferulizar los implantes entre ellos
- Evitar o minimizar voladizos posteriores
- Durante el aflojamiento del tornillo o la fractura volver a evaluar la prótesis, apretar el pilar y verificar ajuste
- Asegurar un ajuste perfecto y evaluar el ajuste pasivo

3. OBJETIVOS

El objetivo **principal** del trabajo es realizar una revisión de la literatura para analizar las posibles complicaciones derivadas del uso de implantes en relación a fractura o aflojamiento del tornillo, teniendo en cuenta diferentes factores como, conexión del implante, material utilizado, ajuste pasivo, y diámetro del tornillo.

Como **objetivos secundarios** del estudio se barajan aspectos como:

1. Los factores o parámetros biomecánicos claves implicados en la aparición de complicaciones biomecánicas
2. La posible influencia de los diferentes tipos de angulación de los pilares de los implantes
3. La relación del ajuste pasivo y el éxito de los implantes
4. La posible influencia del diámetro de la plataforma del implante
5. Estudiar la influencia del bruxismo en las complicaciones biomecánicas de los implantes.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda bibliográfica en la base de datos PubMed (MEDLINE)

Dicha búsqueda se hizo entre enero y febrero del año 2018

Las siguientes palabras claves fueron combinadas a través de los operadores booleanos AND y OR:

- *"dental implants" AND "abutment screw fracture"*
- *"dental implants" AND "abutment screw loosening"*
- *"dental implant" AND (technical OR mechanical complications)"*

Se revisaron las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados para la revisión, con el fin de detectar nuevos artículos que no aparecían con la estrategia de búsqueda empleada y que aportaban nueva información sobre el tema de esta revisión.

Criterios de inclusión:

Estudios comparativos (tanto in vivo como in vitro), casos clínicos y revisiones bibliográficas que incluyeran:

- Publicadas en lengua castellana o inglesa
- Fecha de publicación no anterior a 2009
- En humanos
- Textos completos y resumen disponible
- Fractura o aflojamiento en estructuras protésicas soportadas por implantes
- Fractura o aflojamiento estructuras protésicas atornilladas sobre implantes

Criterios de exclusión

Estudios comparativos (tanto in vivo como in vitro), casos clínicos y revisiones bibliográficas que incluyeran:

- Elaboradas mediante métodos distinto a los mencionados
- Estructuras protésicas cementadas sobre dientes naturales
- Estructuras protésicas cementadas sobre implantes
- Publicados en otra lengua u otra fecha anterior a 2009

5. RESULTADOS

En un primer instante, al incluir diferentes combinaciones de las palabras claves, el número total de artículos referenciados fue de 349 resultados.

Aplicando los diferentes filtros se concretaron en 121 resultados

De ellos, una vez leído el título y en su caso el resumen, fueron seleccionados 10 artículos que cumplían con todos los criterios de inclusión.

Las referencias bibliográficas de los propios artículos dieron otros 5 artículos utilizados en esta revisión para resolver los objetivos propuestos con anterioridad.

En las siguientes tablas se se recoge un resumen de los artículos seleccionados, ordenados por orden alfabético del nombre de la revista, incluyendo además, fecha de publicación, título, autores, y conclusiones principales, así como los objetivos.

Tabla 2. Resultados de la estrategia de búsqueda en la base de datos PubMed

	"Dental implants "AND "Abutment screw fracture"	"Dental implants" AND "abutment screw loosening"	"dental implant" AND (technical OR mechanical complications)"
Results	19	59	271
10 years	16	30	185
Humans	8	18	142
Abstract available and full text	8	17	96
Fractura o aflojamiento en estructuras protésicas	4	3	3

Tabla 2. "Artículos seleccionados, Revista, Título, Año, Autores, Objetivos, y Resultados"

REVISTA	TÍTULO	AÑO	AUTOR	OBJETIVO	RESULTADOS
Srpski arhiv za celokupno lekarstvo (30)	The biomechanics of dental implants and dentures	2008	Stamenković , Dragoslav	Optimización del proceso de planificación y la inserción de los implantes orales y prótesis dentales basados en el análisis de los problemas biomecánicos	Dependen del número de las superestructuras en voladizo, microdiseño implante y el número de implantes insertados.
BioMed Research International (1)	An Overview of the Mechanical Integrity of Dental Implants	2015	Keren Shemtov-Yona and Daniel Rittel	Abordar los problemas específicos de la fractura, causas, mecanismos	La fatiga es el principal mecanismo que conduce a la fractura.
Científica dental (9)	Biomecánica en implantología.	2014	Dras. García Cazorla e Iglesias Carrajo.	Recopilación de los distintos factores biomecánicos que actúan de forma positiva o negativa sobre las prótesis y los implantes y la importancia del ajuste pasivo	Zonas posteriores edéntulas: buscar tripodismo, espacio > 12mm 2 implantes, espacio <12mm, 1 implante de plataforma amplia Lograr siempre ajuste pasivo, y realizar revisiones periódicas

Clinical Implant Dentistry and Related Research (31)	Complication and failure rates with implantsupported fixed dental prostheses and single crowns: a 10-year retrospective study	2014	Wittneben, Julia-Gabriela Buser, Daniel Salvi, Giovanni E. Bürgin, Walter Hicklin, Stefan Brägger, Urs	El objetivo de este estudio retrospectivo de 10 años fue evaluar la tasa de complicaciones mecánicas / técnica y fracasos de prótesis con implantes dentales fijas (PDF) y coronas individuales	Tasa de fracaso del 4,5% y una tasa de supervivencia del 95,5% El aflojamiento del tornillo fue (2,57%) y la pérdida de retención (2,06%). Esto resultó en una tasa total de complicaciones mecanico/técnicas de 24,7
Clinical Implant Dentistry and Related Research (32)	Is Bruxism a Risk Factor for Dental Implants? A Systematic Review of the Literature	2014	Manfredini, Daniele Poggio, Carlo E. Lobbezoo, Frank	Una revisión sistemática de la literatura sobre el papel de bruxismo como un factor de riesgo para las diferentes complicaciones en rehabilitaciones sobre implantes dentales.	Desde un punto de vista biológico, el bruxismo no estaba relacionada con los fracasos de implantes. En cuanto a las complicaciones mecánicas, mostró una relación positiva con el bruxismo.
Clinical Oral Implants Research (33)	A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after a mean observation period of at least 5 years	2012	Pjetursson, Bjarni E. Thoma, Daniel Jung, Ronald Zwahlen, Marcel Zembic, Anja	El objetivo de esta revisión sistemática fue evaluar la supervivencia a los 5 y 10 y describir la incidencia de complicaciones biológicas y mecánicas	Las complicaciones más frecuentes a lo largo del periodo de observación de 5 años mostraron, aflojamiento del tornillo pilar(5.3 %).

Elsevier Doyma (34)	Riesgo de fractura implantaria en relación con el diámetro y la plataforma del implante: estudio clínico y analítico de una serie de 33 casos	2013	Celia Sánchez Acedo, Luis Naval Gías, Beatriz Naval Parra y Ana Capote Moreno	Evaluar la importancia del diseño del implante en el desarrollo de la fractura, en cuanto al tipo de conexión protésica y la diferencia de diámetros entre la plataforma y el cuerpo del implante.	El riesgo de fractura se relaciona con el diseño del implante, y es elevado en implantes estrechos que tienen una plataforma ancha.
Implant Dentistry (35)	Mechanical complications related to the retention screws of prefabricated metal abutments with different angulations: A retrospective study with 916 implants	2018	Patrícia Medeiros and Cols.	Estudio retrospectivo que evaluó el resultado clínico en tornillos de implantes de metal prefabricados, y comparó las complicaciones (fracturas o aflojamiento) entre pilares de tornillos angulados y rectos.	No se observaron diferencias significativas entre pilares de tornillos angulados y rectos.
Implant Dentistry (36)	Management of Fractured Dental Implants: A Case Report	2009	Mendonça, Gustavo Silveira Mendonça, Daniela Baccelli Fernandes-Neto, Alfredo Júlio Neves, Flávio Domingues	Una fractura del tornillo puede ser una de las principales causas de los fracasos de implantes finales. y profesionales dentales deben ser conscientes de las causas de estas complicaciones.	La causa más probable de la fractura del tornillo del implante fue debido a la sobrecarga biomecánica causada por hábitos parafuncionales.

Journal of Oral Science, (37)	Technical complications with implant-supported dental prostheses	2014	Patrícia S. Calderon, Poliana Dantas, And Cols.	El propósito del presente estudio fue evaluar las complicaciones que involucran a las prótesis implanto-soportadas.	Las complicaciones más frecuentes de menor a mayor fueron fractura (0.2%), pérdida (0.4%) y aflojamiento (3.3%) del tornillo, pérdida de resina que cubre el tornillo (23.8%), pérdida de retención (18.6%) y fracturas de la resina (12.4%).
MEDISAN (38)	Principales factores causales del fracaso de los implantes dentales	2015	Dra. Marcia Hortensia Corona Carpio, Dra. Yanelkis Hernández Espinosa, Dra. Iraida Mondelo López	Identificar los principales factores causales del fracaso de los implantes dentales en ellos. Entre las variables analizadas figuraron: sexo, edad, tipo de prótesis y otras	El mayor número de fracasos de los implantes dentales se produjo en los pacientes de 18-39 años (54,6 %) y del sexo masculino (62,9 %). 11 fueron de tipo mecánico
Original Research implantology (39)	Fracture resistance of abutment screws made of titanium, polyetherether ketone and carbon fiber-reinforced polyetherether ketone	2014	Eduardo Aloisio Fleck Neuman, Cristina Cunha, Fabiana Mantovani Gomes	El objetivo de este estudio fue comparar la resistencia a la fractura de tornillos con pilar de titanio, (PEEK) y 30% de PEEK reforzado con fibra de carbono	Un pilar de titanio tiene mayor resistencia a la fractura que con PEEK y con 30% PEEK reforzados con fibra de carbono

The international journal of oral and maxillofacial implants (40)	Mechanical and Technical Risks in Implant Therapy.	2009	Salvi GE Bragger	Estudio retrospectivo cuyo fin es evaluar el impacto de los factores de riesgo mecánicos en reconstrucciones soportadas por implantes	La ausencia de un marco de metal en sobredentaduras, la presencia de cantilevers en extensión > 15 mm, el bruxismo, se asociaron con un aumento de complicaciones mecánicas/técnicas.
The International Journal of Oral and Maxillofacial Implants (41)	influence of the height of the external hexagon and surface treatment on fatigue life of commercially pure titanium dental implants	2009	Francisco Javier Gil, Conrado Aparicio, Jose M. Manero, Alejandro Padrós	efecto de la altura del hexágono externo y el tratamiento de superficie sobre la vida de los implantes dentales de titanio	La durabilidad de los implantes con el hexágono más alto fue más del doble que la de los implantes con el hexágono más corto
Zurich Open Repository and Archive (42)	Influence of lubricant on screw preload and stresses in a finite element model for a dental implant	2014	Jörn, Daniela; Kohorst, Philipp; Besdo, Silke; Rücker, Martin; Stiesch, Meike; Borchers, Lothar	Factores que influyen en la estabilidad del complejo tornillo-pilar	Se observó que el coeficiente de fricción influyó significativamente en la precarga del tornillo y modificó las tensiones en el complejo implante-pilar.

6. DISCUSIÓN

Tras revisar la literatura utilizada para la realización del presente trabajo, para así poder identificar la influencia de los diferentes factores implicados en las complicaciones biomecánicas de los implantes, y tras haber tenido en cuenta los diferentes criterios de inclusión y exclusión citados anteriormente en el apartado 3, podemos destacar los siguientes puntos de discusión:

Con respecto a la importancia del **diseño del implante** en el desarrollo del aflojamiento o fractura del tornillo:

Se ha demostrado que las conexiones internas presentan una mayor estabilidad y una mejor distribución de la fuerza con respecto a las conexiones externas, como resultado no solo de su capacidad de distribuir cargas laterales en el interior del implante, protegiendo así mejor el tornillo de pilar del estrés, pero también debido a la mayor participación de la pared interna que crea un cuerpo rígido y unificado para resistir al micromovimiento. (20,43–45)

Sin embargo, otro aspecto a tener en cuenta en el uso de conexión de pilar interno, es que parece ser menos resistente a cargas cíclicas respecto a conexiones externas. (19,46,47), a medida que aumenta el estrés mecánico, la pared de la conexión interna, al ser más delgada, puede conducir a un mayor valor de deformación absoluta en el área cervical, siendo así mayor el riesgo de reabsorción ósea marginal o fractura del dispositivo. (47)

Aunque hay estudios que muestran que la fractura de tornillos en implantes con conexión externa es igual o superior a aquellos con conexión interna. (48,49)

La revisión realizada para estudiar una lista de los factores implicados en las posibles complicaciones, por parte de los autores *Salvi y Bräguer*, identifica factores de riesgo tales como: la ausencia de un marco de metal en sobredentaduras, cantilevers en extensión > 15 mm, el bruxismo, y la longitud de la reconstrucción. El tipo de retención, existencia de pilares angulados, la relación corona-implante, y el número de implantes sobre los que apoya una

prótesis no se asociaron con un aumento de las complicaciones mecánicas. (34,40)

Siendo esto mencionado por *Patrícia Medeiros Araújo*, la cual apunta que no se observan diferencias significativas **entre pilares de tornillos angulados y rectos**.(35)

En relación a los parámetros biomecánicos implicados en la aparición de las complicaciones, se destaca la evaluación de las tasas de aparición de dichas complicaciones en diferentes sistemas de implantes. (31,33,50), siendo citadas estas complicaciones, en un elevado número de artículos, mencionando los tipos de complicaciones y el lugar de aparición (31,33,35,37,38,50–53).

Sin embargo, no hay consenso respecto a los diferentes tipos de complicaciones ya que existe una gran diversidad de sistemas de implantes y componentes presentes en el mercado. Algunos autores diferencian entre complicaciones biomecánicas menos frecuentes (involucran la fractura (0,2 %), pérdida (0,4 %) y el aflojamiento (3,3 %) del tornillo) y las complicaciones más frecuentes (involucran la pérdida de resina que cubre el tornillo (23,8 %), pérdida de retención de la sobredentadura (18,6 %) y las fracturas de la resina (12,4 %). (37)

Dentro de la discusión sobre la relación del **ajuste pasivo** con el éxito/fracaso de los implantes, muchos autores afirman que el ajuste pasivo es un factor que gobierna el mantenimiento de la prótesis al reducir los problemas mecánicos de las mismas.(54)

Algunos de ellos, explican que cuando dos materiales de diferente módulo elástico se encuentran juntos, (hueso e implante), la concentración del estrés alrededor de la región crestal, resulta un fundamento obvio para explicar la posible relación directa entre la pérdida ósea debido al desajuste protésico, lo cual explicaría por qué tras la carga de los implantes, se provoca una mayor pérdida ósea alrededor de este. Dicha teoría en la actualidad carece de apoyo

debido a que estudios donde se ha inducido la inadaptación, no han demostrado la esperada relación proporcional entre el desajuste y la pérdida ósea. (55)

Es posible que al hablar sobre complicaciones secundarias a desajuste pasivo debamos centrarnos en los que influyen a aspectos mecánicos de la rehabilitación como son el aflojamiento del tornillo, la fractura del implante, estructura protésica o el tornillo; siendo estos últimos más comunes y existiendo una relación clara entre la deficiencia en la pasividad y éstos. (56)

Con respecto a la influencia del bruxismo, y analizando uno de los objetivos secundarios del presente trabajo, autores señalan que hay sugerencias de que este sea un factor de riesgo para la aparición de complicaciones biomecánicas tales como fractura y aflojamiento de tornillos, existiendo una relación causa/efecto entre dicha parafunción y el fracaso del implante. (36)

Por último, todos los artículos encontrados, reafirman la importancia de medidas preventivas y manejo de las complicaciones, y coinciden en la necesidad de establecer un diagnóstico hasta la finalización del tratamiento y seguimiento de los implantes, así como la detallada evaluación radiográfica, de los componentes del implante. (9,33,37)

7. CONCLUSIONES

En respuesta a los objetivos planteados y con las limitaciones de toda revisión bibliográfica, de acuerdo a nuestros resultados, podemos incluir:

1. Los factores o parámetros biomecánicos claves implicados en la aparición de este tipo de complicaciones son: las propiedades físicas del material, presencia de parafunciones y la fatiga.
2. No existe relación directa proporcional entre la angulación del pilar y la existencia de complicaciones (fractura y aflojamiento del tornillo)
3. Las claves para el tratamiento del estrés biomecánico, son:
 - Aumentar el nº y tamaño de los implantes, especialmente el diámetro
 - Ferulizar, para repartir las cargas
 - Evitar voladizos y pónicos largos, porque son magnificadores de fuerzas
 - Equilibrio oclusal, para así evitar las fuerzas con direcciones más nocivas
4. El ajuste pasivo es un parámetro que se debe obtener para el éxito del tratamiento rehabilitador mediante prótesis sobre implantes e impedir la aparición de complicaciones biomecánicas
5. Con respecto a la influencia del bruxismo en las complicaciones de los implantes, se concluye que es un factor implicado en aparición de complicaciones relacionadas con el material en restauraciones implantológicas
6. La causa más probable de la fractura y aflojamiento del tornillo, es debido a la sobrecarga biomecánica causada por hábitos parafuncionales.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Shemtov-Yona K, Rittel D. An Overview of the Mechanical Integrity of Dental Implants. *Biomed Res Int*. 2015;(15):2–10.
2. Misch CE. Dental implant prosthetics. London: Elsevier, 2005 993 p.
3. Rosalin Hongsathavijl , Yosvimol Kuphasuk1 KR. Effectiveness of platelet-rich fibrin in the management of pain and delayed wound healing. *Eur J Dent*. 2017;11:192–5.
4. Perdomo Marcillí Xiomara, Rey Prado Blanca María, LaO Salas Niurka Odalmis, Castañeda Deroncelé Mario, Callejas Martínez Yanisette Mónica. Rehabilitación de estética y función después de tratamiento protésico y endodóntico. *Rev Cubana Estomatol* . 2006; 43: 4.
5. Haïat G1, Wang HL, Brunski J. Effects of biomechanical properties of the bone implant interface on dental implant stability: from in silico approaches to the patient's mouth. *Annu Rev Biomed Eng*. 2014; 16:187-21,
6. Faegh S, Chou H-Y, Müftü S. Load Transfer Along the Bone-Implant Interface and Its Effects on Bone Maintenance. *Implant Dent - A Rapidly Evol Pract*. 2008;7: 163–91.
7. Leucht P, Kim J-B, Wazen R, Currey JA, Nanci A, Brunski JB, et al. Effect of mechanical stimuli on skeletal regeneration around implants. *Bone*. 2007;40:919–30.
8. Skalak R. Biomechanical considerations in osseointegrated prostheses. *J Prosthet Dent*. 1983;49 :843–8.
9. Al P. Biomecánica en implantología. *Implant Dentistry/* 2004;1:129–33.
10. Jiménez-López V, Keogh DTP. Rehabilitación oral en prótesis sobre implantes : su relación con la estética, oclusión, A.T.M., ortodoncia, fonética y laboratorio. Editorial Quintessence, S.L; 1998.
11. Fábrega G. Consideraciones biomecánicas y de oclusión en prótesis sobre implantes. *RCOE* 1996;1 (1):63 – 76.

12. Mauvez M, Directores Q, Prof A, Gonz I. De Atornillamiento Transversal. Universidad de Oviedo (thesis) 2014.
13. Jiménez-Planas A, Ábalos Labruzzo C, Martín Hernández J. Manual de materiales odontológicos.. rev. y aum. Sevilla: Universidad de Sevilla. Secretariado de Publicaciones; 2011;2:56-72
14. Martin DE, Severns AE, Kabo JM. Determination of mechanical stiffness of bone by pQCT measurements: correlation with non-destructive mechanical four-point bending test data. *J Biomech.* 2004; 37: 289–93.
15. Gross MD. Occlusion in implant dentistry. A review of the literature of prosthetic determinants and current concepts. *Aust Dent J.* 2008;53 60-68.
16. Misch CE, Goodacre CJ, Finley JM, Misch CM, Marinbach M, Dabrowsky T, et al. Consensus Conference Panel Report: Crown-Height Space Guidelines for Implant Dentistry??? *Implant Dent.* 2006;2: 113–21.
17. Assaf M, Abu Gharbyeh AZ. Screw-retained crown restorations of single implants: A step-by-step clinical guide. *Eur J Dent.* 2014;8 :563–70.
18. O'Mahony AM, Williams JL, Spencer P. Anisotropic elasticity of cortical and cancellous bone in the posterior mandible increases peri-implant stress and strain under oblique loading. *Clin Oral Implants Res.* 2001; 12:648–57.
19. Khraisat A, Stegaroiu R, Nomura S, Miyakawa O. Fatigue resistance of two implant/abutment joint designs. *J Prosthet Dent.* 2002;88 :604–10.
20. da Silva EF, Pellizzer EP, Quinelli Mazaro JV, Garcia Júnior IR. Influence of the Connector and Implant Design on the Implant-Tooth-Connected Protheses. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2009; 12:254–62.
21. Gupta S, Gupta H, Tandan A. Technical complications of implant-causes and management: A comprehensive review. *Natl J Maxillofac Surg.* 2015;6:3–8.
22. Donado Rodríguez M. Cirugía bucal : patología y técnica. Masson; 1998.
23. Aparicio C. A new method for achieving passive fit of an interim restoration supported by Branemark implants: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1995;6:614–8.

24. Kwon K-H, Sim K-B, Cha J-W, Kim E-J, Lee J-M. Clinical and scanning electron microscopic analysis of fractured dental implants: a retrospective clinical analysis. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg*. 2012;38:371–8.
25. Balshi TJ. An analysis and management of fractured implants: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011;5:660–6.
26. Goodacre CJ, Kan JY, Rungcharassaeng K. Clinical complications of osseointegrated implants. *J Prosthet Dent*. 1999;(81):537–52.
27. Tolman DE, Laney WR. Tissue-integrated prosthesis complications. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1992; 7:477–84.
28. Cho S-C, Small P-N, Elian N, Tarnow D. Screw Loosening for Standard and Wide Diameter Implants in Partially Edentulous Cases: 3-to 7-Year Longitudinal Data. *Implant Dentistry*, 2004; 13: 3
29. Becker W, Becker BE. Replacement of maxillary and mandibular molars with single endosseous implant restorations: a retrospective study. *J Prosthet Dent*. 1995;74:51–5.
30. Stamenković D. The biomechanics of dental implants and dentures]. *Srp Arh Celok Lek. The international Journal of Oral & Maxillofacial Implant* 2008; 163:73–83.
31. Wittneben J-G, Buser D, Salvi GE, Bürgin W, Hicklin S, Brägger U. Complication and Failure Rates with Implant-Supported Fixed Dental Prostheses and Single Crowns: A 10-Year Retrospective Study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2014;16:356–64.
32. Manfredini D, Poggio CE, Lobbezoo F. Is Bruxism a Risk Factor for Dental Implants? A Systematic Review of the Literature. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2014;16: 460–9.
33. Pjetursson BE, Thoma D, Jung R, Zwahlen M, Zembic A. A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after a mean observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23: 22–38.
34. Sánchez Acedo C, Naval Gías L, Naval Parra B, Capote Moreno A. Riesgo de

- fractura implantaria en relación con el diámetro y la plataforma del implante: Estudio clínico y analítico de una serie de 33 casos. *Rev Esp Cir Oral y Maxilofac.* 2013;35: 11–7.
35. Araújo PM, Filho GS, Ferreira CF, Magalhães Benfatti CA, Cagna DR, Bianchini MA. Mechanical Complications Related to the Retention Screws of Prefabricated Metal Abutments With Different Angulations. *Implant Dent.* 2018;27: 209-12.
 36. Mendonça G, Silveira Mendonça DB, Fernandes-Neto AJ, Neves FD. Management of Fractured Dental Implants: A Case Report. *Implant Dent.* 2009 ;18: 10–6.
 37. Calderon PS, Dantas PMC, Montenegro SCL, Carreiro AFP, Oliveira AGRC, Dantas EM, et al. Technical complications with implant-supported dental prostheses. *J Oral Sci.* 2014;56:179–84.
 38. Corona MH, Iraida D, López M, Ysel ID, Castro E, Sánchez I, et al. Main factors provoking dental implant failure Dra. Marcia Hortensia Corona Carpio,. *Medisan.* 2015;19(11):1325–9.
 39. NEUMANN EAF, VILLAR CC, FRANÇA FMG. Fracture resistance of abutment screws made of titanium, polyetheretherketone, and carbon fiber-reinforced polyetheretherketone. *Braz Oral Res.* 2014;28(1):1–5.
 40. Salvi GE, Brägger U. Mechanical and technical risks in implant therapy. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24:69–85.
 41. Co N. t fo and Surface Treatment on Fatigue Life of Commercially. The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants 2009;24:583–90.
 42. Repository ZO. Influence of lubricant on screw preload and stresses in a finite element model JPD-13-169 Influence of lubricant on screw preload and stresses in a finite element model for a dental implant Daniela Jörn , MSc , a Philipp Kohorst , DMD , b Silke Besdo , DE. 2014;112:340–8.
 43. Binon PP. Implants and Components: Entering the New Millennium. . *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:76-94.
 44. Muley N, Prithviraj D, Gupta V. Evolution of External and Internal Implant to

- Abutment Connection. *Int J Oral Implant Clin Res.* 2012;3(3):122–9.
45. Sailer I, Sailer T, Stawarczyk B, Jung RE, Hämmerle CHF. In vitro study of the influence of the type of connection on the fracture load of zirconia abutments with internal and external implant-abutment connections. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24(5):850–8.
 46. Steinebrunner L, Wolfart S, Ludwig K, Kern M. Implant-abutment interface design affects fatigue and fracture strength of implants. *Clin Oral Implants Res.* 2008;9(12):1276–84.
 47. MAEDA Y, SATOH T, SOGO M. In vitro differences of stress concentrations for internal and external hex implant-abutment connections: a short communication. *J Oral Rehabil.* 2006; 33(1):75–8.
 48. Balfour A, O'Brien GR. Comparative study of antirotational single tooth abutments. *J Prosthet Dent.* 1995;73(1):36–43.
 49. Möllersten L, Lockowandt P, Lindén LA. Comparison of strength and failure mode of seven implant systems: an in vitro test. *J Prosthet Dent.* 1997;78(6):582–91.
 50. Simonis P, Dufour T, Tenenbaum H. Long-term implant survival and success: a 10-16-year follow-up of non-submerged dental implants. *Clin Oral Implants Res.* 2010;5;21(7):772–7.
 51. Albrektsson T, Donos N, Working Group 1. Implant survival and complications. The Third EAO consensus conference 2012. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23:63–5.
 52. Pjetursson B, Asgeirsson A, Zwahlen M, Sailer I. Improvements in Implant Dentistry over the Last Decade: Comparison of Survival and Complication Rates in Older and Newer Publications. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29:308–24.
 53. Dr. Alfonso García Pomal, D.Jorge de francisco Magalde, Dr. Rafael García Navlet, Dr. Antonio Bowen Antolin. complicaciones-en-implantologia, pdf. *Gaceta dental,* 2006; 22: 277-87
 54. Assif D, Marshak B, Schmidt A. Accuracy of implant impression techniques. *Int*

- J Oral Maxillofac Implants. 1996;11(2):216–22.
55. Oh T-J, Yoon J, Misch CE, Wang H-L. The Causes of Early Implant Bone Loss: Myth or Science? J Periodontol. 2002;73(3):322–33.
 56. Taylor TD. Prosthodontic problems and limitations associated with osseointegration. J Prosthet Dent. 1998;79(1):74–8.